

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG, SUISSE
FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT DE MÉDECINE

En collaboration avec la
HAUTE ÉCOLE FÉDÉRALE DE SPORTS DE MACOLIN

CONTRIBUTION DES VETEMENTS BIOCERAMIQUES A LA STABILITE POSTURALE CHEZ DES
INDIVIDUS SAINS AGES DE 65 ANS OU PLUS

Travail final pour l'obtention du Master en
Sciences du Mouvement et du sport
Option Enseignement

Conseiller: Prof. Dr. Jean-Pierre BRESCIANI

Nadine HAYOZ
Fribourg, Octobre 2014

Tables des matières

Résumé	3
1 INTRODUCTION	4
2 CONTROLE POSTURAL	5
3 DEGRADATION DE L'EQUILIBRE POSTURAL CHEZ LES PERSONNES AGEES	6
4 PARTIE THEORIQUE	7
4.1 PARAMÈTRES AFFECTANT LA STABILITÉ POSTURALE	7
4.1.1 Afférences auditives.....	7
4.1.2 Afférences visuelles.....	8
4.1.3 Afférences vestibulaires.....	9
4.1.4 Afférences tactilo-somesthésiques.....	10
5 LES ETUDES PREEXISTANTES SUR L'ENDUCTION BIOCERAMIQUE	11
6 PARTIE EXPERIMENTALE	12
6.1 BUTS DE L'EXPÉRIENCE	12
6.1.1 Sujets.....	13
6.1.2 Matériel.....	13
6.1.3 Procédure.....	14
6.1.4 Plan d'expérience.....	15
7 HYPOTHESES OPERATIONNELLES	17
8 RESULTATS	17
9 DISCUSSION ET CONCLUSION.....	20
10 BIBLIOGRAPHIE.....	23
Annexe 1.....	26
Annexe 2.....	27
Annexe 3.....	28

Résumé

Cette étude avait pour but de déterminer si le port de vêtements à induction biocéramique permet d'améliorer la stabilité posturale chez les personnes âgées, lorsque celles-ci se trouvent en position standardisée, à savoir debout en équilibre sur les deux pieds. Les mesures des oscillations posturales de 12 participants (âge moyen 71 ans, 8 hommes et 4 femmes) ont été faites sur une plateforme pourvue de quatre capteurs de force.

L'expérience comportait un seul facteur expérimental, le type de combinaison revêtue avec deux niveaux, à savoir combinaison à induction biocéramique vs combinaison placebo. Nous avons effectué des mesures répétées, chaque sujet étant testé avec les deux types de combinaison.

Les résultats comparatifs entre les deux types de vêtements n'ont pas révélé de différences significatives. Ces résultats ne permettent donc pas d'application en tant que nouvelle approche pour l'amélioration de la stabilité posturale chez les personnes âgées.

1 Introduction

En Suisse, le vieillissement de la population se poursuit d'année en année. En 2012, la proportion de personnes âgées de 65 ans ou plus a atteint 17.4 % de la population totale. 1409 personnes ont 100 ans ou plus. Ceci résulte, entre autres, de l'espérance de vie qui est l'une des plus élevées au monde. Depuis 1900 elle a presque doublé : elle est passée de 46.2 à 80.5 ans pour les hommes et de 48.9 à 84.7 pour les femmes.¹

La technologie est au centre des intérêts de la société actuelle. Dans le domaine du vêtement de sport, les avancées technologiques permettent de créer des matériaux de plus en plus efficaces, notamment au niveau de la thermorégulation. La marque Odlo en est un excellent exemple. Depuis 1946 elle n'a cessé d'innover en créant des fibres hight-tech, assurant aussi bien la thermorégulation que le confort des sportifs. Il est le leader mondial de ce juteux marché du vêtement de sport de très haute qualité.²

C'est également sur la création d'une nouvelle génération de vêtements techniques que mon projet de master a porté. Et plus précisément sur les vêtements à enduction biocéramique. Cette technologie a fait récemment son apparition sur le marché et permettrait d'améliorer la circulation sanguine, et de ce fait la thermorégulation. Le principe de l'enduction biocéramique est d'émettre des infrarouges lointains dans le corps pour lui permettre de maintenir sa chaleur (Leung 2013). L'observation de l'augmentation de chaleur pourrait résulter d'une accélération de la circulation sanguine (Yoo et al 1993).

Il y a lieu de préciser également, que les vêtements à enduction biocéramique sont l'objet d'un haut intérêt à des fins thérapeutiques et notamment au niveau de la promotion de la santé. Deux études (Leung et al 2013, Ko & Berbrayer 2002) ont suggéré que les matériaux biocéramiques contribueraient à l'augmentation de la

¹

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/news/publikationen.html?publicationID=5379>

²

<http://www.odlo.com/fr/lunivers-odlo/a-propos-dodlo/histoire.html>

résistance à la fatigue, à la diminution des dépenses d'énergie, mais aussi à améliorer la dextérité. Ces dernières observations nous amènent naturellement à la conclusion qu'il peut être possible d'améliorer également notre équilibre à l'aide de cette technologie.

Sachant que les personnes âgées voient leurs capacités physiques diminuer au fil des ans, il est intéressant d'analyser le soutien que pourrait apporter ce genre de vêtement dans la vie de tous les jours. Le but de l'étude menée dans ce projet de master est donc de déterminer si cette nouvelle technologie à enduction biocéramique peut améliorer la stabilité posturale en position standardisée chez les personnes âgées de 65 ans et plus.

2 Contrôle Postural

Le contrôle postural permet de maintenir l'équilibre lors du mouvement mais aussi de maintenir la station debout malgré l'influence de la gravité. La posture va à chaque fois déterminer les points d'appui mis en jeu avec le sol qui représente son support. Elle est en lien direct avec l'activité en cours ainsi que nos habitudes gestuelles.

L'homme est incapable de rester complètement immobile. Même en se tenant debout sur les deux pieds et dans une situation stable, on observe des oscillations posturales qui résultent de la régulation posturale (Shumway-Cook & Woollacott 2007). L'intégration active d'informations sensorielles est alors essentielle à un bon maintien de la stabilité. C'est ensuite le système nerveux central (SNC) qui va les traiter et les intégrer pour mettre en place des réponses motrices assurant l'équilibre.

La régulation posturale résulte de l'intégration de plusieurs entrées sensorielles comme la vision, le système vestibulaires et le système proprio-somesthésique.

3 Dégradation de l'équilibre postural chez les personnes âgées

Le vieillissement se caractérise par une modification du corps que ce soit sur le plan de la fonction ou sur le plan de sa structure. Cette modification résulte de phénomènes physiologiques et psychologiques.

Les premiers signes de l'âge se manifestent par la diminution du tonus, à savoir une difficulté de récupération après un effort. En général, on constate qu'entre 40 et 50 ans, les premiers problèmes musculaires et articulaires apparaissent.

Au niveau physiologique, ce sont la vision, la peau, les organes ainsi que les cartilages et les os qui sont le plus affectés par le vieillissement. Les cartilages et les os qui composent notre charpente mécanique assurent la transmission des charges et donc le mouvement. Ils sont énormément sollicités depuis la naissance. Il faut donc les préserver au mieux en limitant les chocs, le port de charges trop lourdes, les tensions musculaires excessives ainsi qu'en respectant des phases de repos appropriées³.

Les compétences d'équilibre des séniors diminuent naturellement avec le temps pour causes d'altération du système sensoriel et moteur. Même si certaines de ces personnes âgées suivent des entraînements pour le maintien de l'équilibre, cela ne suffira pas à leur faire retrouver leur forme d'antan.

Une récente étude menée par l'université Claude Bernard 1 sur la prise en charge du sujet âgé chuteur nous informe que 30 à 40 % des personnes de plus de 65 ans tombent au moins une fois par année (Chang et al 2004). De plus, 50% des chutes seraient récurrentes et 1/3 des patients hospitalisés pour chute décèdent dans l'année suivante (Kannus et al 2005, Campell 1999). Il existe différentes conséquences de la chute. Dans la plupart des cas il s'agit de fractures, par exemple la fracture du col du fémur. Mais aussi des commotions, des contusions, ou encore des hématomes et des plaies.

C'est pour cette raison qu'il m'a paru intéressant de tester les vêtements à enduction biocéramique sur des sujets âgés.

Il est possible aujourd'hui de trouver ces matériaux biocéramiques sur des habits destinés aussi bien aux sportifs d'élites qu'aux amateurs. Même si le but principal de

³ <http://www.amessi.org/Pourquoi-vieillissons-nous>

cette nouvelle technologie est d'augmenter le niveau de performance, il peut être également envisageable de l'utiliser à des fins médicales pour les personnes souffrant de troubles de l'équilibre.

4 Partie théorique

4.1 Paramètres affectant la stabilité posturale

Nous avons expliqué précédemment que ce sont les afférences sensorielles qui fournissent les informations nécessaires au système nerveux central (SNC) pour assurer la stabilisation posturale. Mais pour arriver à maintenir son équilibre, le système postural doit également répondre aux différentes influences externes, liées à l'environnement ainsi qu'à des contraintes biomécaniques.

Cela dit, c'est surtout au niveau du traitement de l'information sensorielle que l'identification ainsi que l'organisation des différents types de sensation est possible.

Rappelons ici que nous possédons sept différents systèmes sensoriels. Il s'agit du système gustatif, olfactif, auditif, visuel, somatosensoriel et du système vestibulaire. Les quatre derniers systèmes sensoriels cités aident au développement des habiletés motrices, du tonus musculaire, de la confiance en soi mais aussi de la faculté d'interaction avec les autres personnes. Ils ont donc un rôle important dans le traitement de l'information sensorielle (Miller & Lane 2000, Barker 2011).

La prochaine partie va porter sur l'explication des principales entrées sensorielles, à savoir auditives, visuelles, vestibulaires et tactilo-somesthésiques.

4.1.1 Afférences auditives

Très peu d'études ont été réalisées jusqu'à ce jour sur les influences de l'audition sur l'équilibre. Cependant, il est connu depuis longtemps que les personnes souffrant d'une perte de l'audition partielle possèdent un moins bon contrôle de leur stabilité posturale (Juntunen et al 1987, Era & Heikkinen 1985). Un peu plus récemment, Tanaka et collaborateurs (2001) ont observé l'influence de stimuli auditifs en mouvement sur

l'équilibre des jeunes ainsi que des personnes âgées. Ils ont fait circuler un son sur une ellipse autour de la tête du participant. Ceux-ci ont été soumis à plusieurs tests: son tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, dans le sens trigonométrique, sur une surface du sol normal, puis en mousse, avec les yeux ouverts et fermés. Ils ont pu en conclure que les personnes âgées sont plus déstabilisées par le stimuli auditifs que ne le sont les jeunes en l'absence de repères visuels ou dans le cas d'un sol déformable. En 2005, Deviterne et collaborateurs, ont conclu que lorsqu'un flux rotationnel auditif porteur d'un message, comme par exemple raconter une histoire, est écouté par les personnes âgées, celles-ci voient leurs oscillations posturales se réduire contrairement à un à flux auditif sans valeur cognitive.

Les informations auditives ne semblent donc pas jouer un rôle primordial dans le maintien de l'équilibre mais peuvent tout de même dans certains cas l'influencer.

4.1.2 Afférences visuelles

En 1975, Lee et Lishman ont réalisé une étude sur le contrôle proprioceptif visuel de la position. Le but était de placer la personne dans une sorte de pièce mobile pour analyser les flux optiques générés par le mouvement des murs. Une seconde étude menée en 1974 par Lee et Aronson a permis de suggérer que les informations transportées sous la forme d'un champ de flux optique ne contient pas seulement des informations sur l'environnement, mais aussi sur l'orientation du corps dans l'environnement. Ces expériences nous montrent l'importance du système visuel pour le maintien de l'équilibre.

Plus récemment, le contrôle visuel de l'équilibre a pu être démontré par une étude réalisée par Taube et collaborateurs (2008). Dans un premier temps, la personne se tient debout en équilibre sur un chapeau mexicain en face d'un mur fixe sur lequel un grand cercle est dessiné. Son objectif est de maintenir au mieux son équilibre tout en calibrant avec un pointeur rouge sur un endroit du cercle. Dans un deuxième temps, cette même personne va devoir faire à nouveau le même test mais cette fois-ci sur un mur qui bouge. L'endroit du cercle à fixer sera instable. En comparant les deux tests, les auteurs ont remarqué que les personnes sont beaucoup plus stables lorsque leur attention est focalisée sur un point fixe que sur un point non-fixe (mur qui bouge).

4.1.3 Afférences vestibulaires

Le système vestibulaire se situe dans l'oreille interne et est composé de deux types de récepteurs: les otolithes (sensibles à la position de la tête et son accélération linéaire), ainsi que les canaux semi-circulaire (responsables de la rotation de la tête, à savoir les accélérations angulaires). Sa principale fonction est de réguler les fonctions qui assurent aux animaux et à l'homme une bonne maîtrise de leur équilibre⁴. C'est le SNC qui reçoit les informations vestibulaires et qui va les centraliser pour maintenir le corps en équilibre. Cependant, il serait plus impliqué dans l'orientation posturale qu'à la stabilisation.

Chez les personnes âgées, les problèmes d'équilibre surviennent principalement à cause de la détérioration de leur appareil vestibulaires. Le système otholitique constitué de l'utricule et du sacule, lesquels sont tapissés de cristaux, se rigidifie avec l'âge. Ce phénomène altère alors fortement leur capacité à se maintenir en équilibre par le fait que les structures otholitiques, sensibles à l'accélération linéaire, le déplacement statique et les forces gravitationnelles, ne fonctionnent plus correctement⁵.

Une étude sur le contrôle de la posture de patients vestibulo-lésés montre que ces derniers sont capable de remplacer les informations normalement reçues par le système vestibulaire par le système visuel dans la condition "yeux ouvert" pour ainsi obtenir un contrôle de la position presque normale (Nashner et al 1982). Cependant, en condition "yeux fermé", on observe chez ces patients d'anormaux balancements du corps qui entraîne même parfois à la chute lors de perturbations externe ou sur surface instable (Nashner et al 1982).

⁴ http://www.memoireonline.com/06/10/3560/m_Effet-de-la-pratique-de-hand-ball-chez-les-jeunes-handballeuses-du-niveau-regional5.html

http://lyon-sud.univ-lyon1.fr/servlet/com.univ.collaboratif.utils.LectureFichiergw?ID_FICHIER=1320402911422

http://fr.wikipedia.org/wiki/Système_vestibulaire

<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/équilibration/30673>

⁵ [http://dictionnaire.academie-medecine.fr/?q=vestibulaire%20\(système\)](http://dictionnaire.academie-medecine.fr/?q=vestibulaire%20(système))

http://www.vestibulaire.com/La-manoeuvre-liberatoire-de-Semont-dans-le-VPPB-Semont-liberatory-maneuver-for-BPPV-Reeducation-vestibulaire_a21.html

D'autres moyens ont été élaborés afin d'étudier le rôle du système vestibulaire. La stimulation vestibulaire galvanique consiste à faire passer un courant électrique derrière les oreilles à l'aide d'électrode de surface: une anode et une cathode. Les afférences sensorielles qui proviennent des organes otholites et des canaux semi-circulaires sont alors activées par ce courant électrique (Fitzpatrick & Day 2004).

Une étude réalisée en 1994 a montré que la stimulation galvanique induit une inclinaison du corps vers l'anode lorsque la personne se tient debout (Fitzpatrick et al 1994). Cette réaction est interprétée comme un phénomène de compensation en réponse à l'information vestibulaire qui signale au système nerveux central une inclinaison du corps de la cathode. Un argument en faveur de cette interprétation est que la stimulation galvanique appliquée sur des sujets avec la tête et le corps retenus conduit à une illusion d'inclinaison vers le côté cathode (Fitzpatrick et al 1994, Séverac-Cauquil et al 1998).

4.1.4 Afférences tactilo-somesthésiques

La somesthésie comprend les sensibilités cutanées et internes ou, autrement dit, les informations tactilo-somesthésiques et proprioceptives. Les récepteurs proprioceptifs sont les fuseaux musculaires, l'organe tendineux de Golgi et les articulations. Chacun de ces récepteurs ont des rôles différents qui nous permettent la perception de soi-même, c'est-à-dire la position de nos membres en relation avec la situation de notre corps.

A la différence des récepteurs proprioceptifs, les récepteurs cutanés eux sont situés sous l'épiderme et sur toute la surface du corps. Cependant, c'est dans la zone des mains et la zone plantaire qu'on en relève la plus haute concentration.

Une étude a pu démontrer que lorsque qu'une personne se tenant en équilibre un pied devant l'autre pose son doigt sur un objet stable (une table par exemple), celle-ci aura un meilleur équilibre. De même qu'avec l'effet inverse, si l'on supprime la sensation cutanée des pieds, il nous sera plus difficile à garder notre équilibre (Lackner et al 1999, 2001).

En 1995, Jean-Pierre Roll et collaborateurs ont testé l'effet de l'âge sur deux niveaux de la fonction musculaire sensori-moteur en réponse à des vibrations au niveau du tendon. Les résultats suggèrent que les deux niveaux; niveau de contrôle postural supérieur et le niveau de réflexe inférieur sont affectés différemment par le vieillissement. Le niveau

de réflexe inférieur ne subit aucune altération notable, alors qu'au niveau de contrôle postural supérieur se dégrade chez les personnes âgées. Cette affirmation pourrait être alors en partie responsable des problèmes d'équilibre qui ont tendance à se produire plus fréquemment avec l'âge.

D'autres scientifiques se sont intéressés aux rôles des afférences cutanées plantaires dans le maintien de la posture. Prenons comme exemple l'étude de Kavounoudias qui, à l'aide d'un vibromètre pouvant mesurer les oscillations, a permis de démontrer que la stimulation des récepteurs tactiles plantaires influence le contrôle de la posture ainsi que sa perception. Plus précisément, ce sont les récepteurs de la peau glabre du pied qui détectent les mouvements du centre de pression (CdP). Ils peuvent également initier les réflexes posturaux permettant une position d'équilibre statique plus stable. Les afférences cutanées plantaires ont donc une place importante au sein du système de contrôle de l'équilibre (Kavounoudias et al 1998, 2001).

5 Les études préexistantes sur l'enduction biocéramique

Différentes recherches expérimentales se sont portées sur les facultés prêtées aux vêtements à enduction biocéramique. Parmi celles-ci, une étude réalisée par l'institut de médecine du sport FMSI de Turin en 2009 a montré que le port de vêtement de t-shirt de la marque SOLAR'RES peut améliorer le contrôle postural lors de performance maximale de type aérobie ainsi que lors de la phase de récupération ultérieure. L'expérience consistait à mesurer les paramètres suivants: acide lactique, fréquence cardiaque et variables respiratoires dont la ventilation pulmonaire, consommation d'oxygène et production de dioxyde de carbone, après avoir marché sur un tapis roulant de pente ascendante. Les résultats des participants portant l'enduction biocéramique ont démontré une augmentation de la ventilation pulmonaire avec en parallèle une diminution de la quantité de dioxyde de carbone expulsée. Ce phénomène entraînerait une récupération plus rapide (FMSI, 2009).

En 2008, une autre étude réalisée par Riaz Mir sous la direction du docteur Daniel Mathieu et du professeur Bernard Durand a été menée en vue d'évaluer l'apport d'un

élément vestimentaire dans la stabilité posturale. Les analyses ont été faites sur les déplacements du centre de pression (CdP) mais aussi sur la posture de participants sains et sans que l'on y ajoute une perturbation posturale. Cette fois-ci, les auteurs n'ont pas observé d'effet lors du port de vêtement à enduction biocéramique sur le contrôle postural.

Avant la réalisation de ce travail de master, d'autres étudiants se sont intéressés à ce sujet. En 2013, l'étudiante Viviana Gianocca a réalisé son travail de master sur la contribution de vêtements biocéramiques à la stabilité de l'appui tendu renversé en gymnastique. Les résultats de cette étude ont permis d'affirmer qu'il existe un effet positif de l'enduction biocéramique sur la capacité à s'équilibrer lors d'un appui tendu renversé. Cependant, un peu plus récemment, l'étude de Simone Constantin faite en septembre 2013, n'a pas permis de confirmer ces résultats prometteurs au sujet de l'enduction biocéramique. Cela pourrait peut-être s'expliquer par le fait que son étude a porté sur les vêtements en biocéramique de type large alors que les autres ont utilisé des modèles près du corps.

La probabilité que les vêtements à enduction biocéramique ont un réel impact sur la stabilité posturale reste donc encore ouverte. C'est pourquoi, il nous a paru intéressant de procéder à un test supplémentaire sur des sujets sains mais âgés entre 65 ans et plus.

6 Partie expérimentale

6.1 Buts de l'expérience

Le but de l'expérience était de tester si les vêtements à enduction biocéramique améliorent la stabilité posturale dans une situation stable chez les personnes âgées saines ne présentant aucun trouble neurologique.

6.1.1 Sujets

L'étude a réuni en tout 14 sujets pour 12 résultats (Annexe 3). Deux participants ont été exclus des analyses finales. En effet, un participant n'arrivait pas à rester stable sur ses jambes durant tous les tests (tremblements). Puis pour conserver un design expérimental équilibré, nous avons supprimé un autre participants sélectionné au hasard parmi les participants ayant commencé l'expérience avec l'autre combinaison. Ainsi, les résultats présentés comportent le même nombre de participants ayant commencé avec la combinaison placebo et avec la combinaison biocéramique.

Avant les tests, il a été confirmé par tous les sujets qu'aucun d'entre eux n'avaient subi d'AVC (accident vasculaire cérébral) et que ceux-ci avaient entre 65 ans ou plus.

6.1.2 Matériel

Cette étude a été réalisée à l'aide du matériel suivant:

- une plateforme carrée munie de quatre capteurs de force répartis sur les quatre angles
- un ordinateur
- combinaisons biocéramiques et placebo. Les deux modèles de combinaison sont de type "seconde peau", à savoir portés très près du corps.

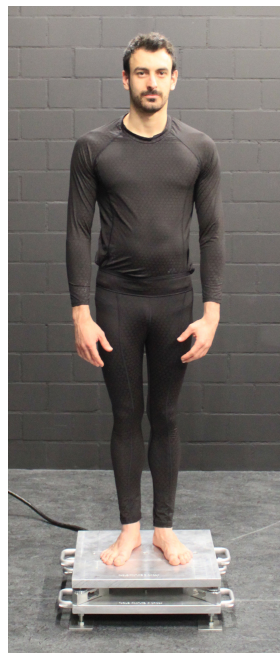


Figure 1 - Combinaison biocéramique/placebo et plateforme de force

La plateforme permet de mesurer la position et les déplacements du centre de pression des pieds (CdP), et donc les oscillations posturales (mesure en Hertz). Pour le confort des participants, ceux-ci se sont présentés non pas pieds nus sur la plateforme métallique mais en chaussettes.

Pour placer les participants le plus précisément possible, un étalon en forme de "V" et en plastique était posé au milieu de la plateforme avant chaque essai. Le déplacement du centre de gravité des sujets était retransmis par un système informatique sur l'écran de l'ordinateur.

Tous les participants ont porté les deux types de combinaisons qui ont été fournies pour par la société HT Concept. Les deux combinaisons étaient d'élasticité comparable ainsi que leur forme et leur couleur (blanc). Cependant, les motifs visibles sur la combinaison à enduction biocéramique ne l'étaient pas sur la combinaison placebo qui elle était toute blanche. Les combinaisons se composaient d'un haut à manches longues et d'un bas taille 3/4.

Finalement, le mur de la salle de laboratoire en face de la plateforme a servi de point de repère pour les sujets afin qu'ils puissent au mieux maintenir leur position stable durant les 40 secondes de test.

6.1.3 Procédure

Les participants se présentaient en chaussettes et en sous-vêtement avec la combinaison soit de type A, celle en biocéramique ou celle de type B, celle sans revêtement biocéramique. Pour éviter un effet placebo de l'enduction biocéramique, les participants ne savaient pas quelle combinaison ils portaient.

Pour chaque essai, les participants se tenaient debout en équilibre bipodal sur la plateforme (surface stable) pendant 40 s. Une fois la personne en place, je leur donnais le signal de départ par un "top". Un deuxième signal leur était transmis à la moitié du temps imparti, puis un dernier pour marquer la fin de l'essai. Mais avant chaque premier essai, nous leur avons expliqué qu'ils devaient se tenir le plus droit possible sans bouger, les bras le long du corps et avec une respiration normale tout au long des 40s de chaque essai.

Entre deux essais successifs, les participants disposaient de 60s de pause, pendant laquelle ils se reposaient sur une chaise. Une fois les 5 premiers essais passés, un

changement de combinaison était effectué ce qui permettait aux sujets de se reposer pendant 5 minutes. Puis nous renouvelions l'opération, à savoir 5 essais de 40s chacun.

Pour résumer, chaque participant effectuait 10 essais de 40 secondes chacun. Cinq essais étaient effectués avec la combinaison à enduction biocéramique, et les cinq autres avec la combinaison placebo.

Pour une question de sécurité, nous étions au minimum deux pour s'assurer du bon déroulement des tests et qu'il n'y ait pas de chute avant, pendant, et après les essais. Une personne s'occupait des enregistrements, l'autre personne se plaçait derrière le participant pour s'assurer qu'il ne chute pas de la plateforme à la suite d'une éventuelle perte d'équilibre.

Les participants avaient la possibilité de boire et de manger quelque chose (chocolat) pendant la pause de 5 minutes et après l'expérience.

6.1.4 Plan d'expérience

- Variables indépendantes

Pour la réalisation de cette expérience, seule une variable indépendante a été utilisée, à savoir le type de combinaison (C). Celle-ci comportait deux modalités: la combinaison comportant le revêtement à enduction biocéramique et la combinaison placebo sans le revêtement à enduction biocéramique. Dans ce cas, il s'agit de mesures répétées puisque chaque modalité a été passée par tous les sujets.

Ainsi, au final, chaque participant a passé 5 essais par modalité, soit au total 10 essais.

- Variables dépendantes

Quatre variables ont été utilisées. C'est à partir de données recueillies pendant les 40 secondes qu'elles ont été calculées.

La variable "longueur" correspond à la somme des distances entre deux positions successives du CdP. De ce fait, plus la distance entre ces deux positions est élevée, plus l'amplitude des oscillations posturales est importante.

La variable "surface 90" correspond à l'ellipse de confiance obtenue à partir de 90% des positions successives du centre de pression podale observées lors de l'acquisition. Elle nous informe également sur la précision et l'efficacité du contrôle de la posture orthostatique. Selon la théorie de Bazert, 2008, elle représente l'écart-type qui est la dispersion des positions successives par rapport à la position moyenne du CDP.

Finalement, les variables " amplitude gauche/droite (g/d)" et "amplitude avant/arrière (av/ar)" représentent la distance maximale des positions du CdP sur l'axe antéro médio-latéral et antéro-postérieur. Il s'agit ici de l'étendue maximale des oscillations sur chaque axe.

- Variables contrôlées

Il a été expliqué préalablement que différentes informations sensorielles ont une influence importante sur le maintien de la posture. Parmi celles-ci, la vision, les informations somato-sensorielles ainsi que l'audition.

Pour éviter d'obtenir des résultats biaisés par différentes informations visuelles, nous avons toujours réalisé les tests dans les mêmes conditions pour chacun des participants, à savoir dans la même salle de laboratoire et avec la plateforme placée en face du mur et à côté de l'ordinateur.

Tous les participants ont effectué l'expérience en chaussettes sur la plateforme. Un étalon a permis de contrôler la position des pieds des participants.

Afin de minimiser les effets des informations auditives qui peuvent affecter la stabilité posturale, nous avons veillé à ce que les tests se déroulent dans une atmosphère la plus calme et la plus silencieuse possible pour la concentration des participants. Nous demandions ainsi aux sujets de ne pas parler entre eux lors de la passation des tests.

En tenant compte du fait que chaque essai durait 40s, la durée totale d'une séance ne dépassait rarement une heure de temps. Une pause d'environ 60s entre les essais étaient maintenue, dans le sens où nous ne souhaitons pas observer les conséquences d'une fatigue musculaire dans les résultats. Pendant cette durée, les participants devaient s'asseoir sur une chaise en attendant leur prochain essai.

Une fois la personne placée sur la plateforme, il leur était demandé s'ils se sentaient prêts avant le début des tests. Nous leur avons également rappelé qu'il ne s'agissait en

aucun cas d'une compétition et que, peu importe leur résultat, toute réponse était bonne.

Par conséquent, afin que l'on puisse contrôler la possibilité d'observer une différence entre les conditions biocéramiques et placebo et que cette dernière soit source d'une différence d'oscillations posturales entre les deux conditions, nous avons divisé les 12 personnes en deux groupes. Six participants ont commencé avec la combinaison placebo, et les six autres avec la combinaison biocéramique.

7 Hypothèses opérationnelles

Le port de la combinaison à enduction biocéramique diminuerait les différentes valeurs qui ont été analysées, à savoir les valeurs moyennes de la surface, la longueur des déplacements du CdP, mais aussi l'étendue maximale des déplacements sur l'axe antéro-postérieur et sur l'axe médio-latéral. Un résultat positif en faveur de la combinaison à revêtement biocéramique se traduirait par la diminution de ces valeurs.

8 Résultats

Pour chaque variable dépendante, les résultats obtenus avec les deux types de combinaison ont été comparés en utilisant des tests t appariés lorsque les données étaient paramétriques et des tests de Wilcoxon appariés lorsque les données n'étaient pas paramétriques. Le seuil de significativité choisi était 0.05.

L'étude se porte sur l'analyse de quatre indicateurs: "Surface 90", "Longueur G/D", "Amplitude G/D", et "Amplitude AV/AR", avec pour but de déterminer s'il existe un effet de l'enduction biocéramique sur les personnes âgées dans des conditions stables.

Au niveau de presque toutes les variables dépendantes, on observe une très légère amélioration de la stabilité posturale lors du port de la combinaison A, celle à enduction

biocéramique. La seule variable avec laquelle nous n'observons pas d'amélioration est celle mesurant la longueur du trajet de Centre de Pression (CP) des participants. En moyenne, elle est légèrement plus longue avec la combinaison A (longueur moyenne = 540.7 ± 177 mm) qu'avec la combinaison B (longueur moyenne = 530.4 ± 122 mm). Malheureusement, ces différences observées ne sont dans aucun des cas significatives (voir ci-dessous, Fig. 2).

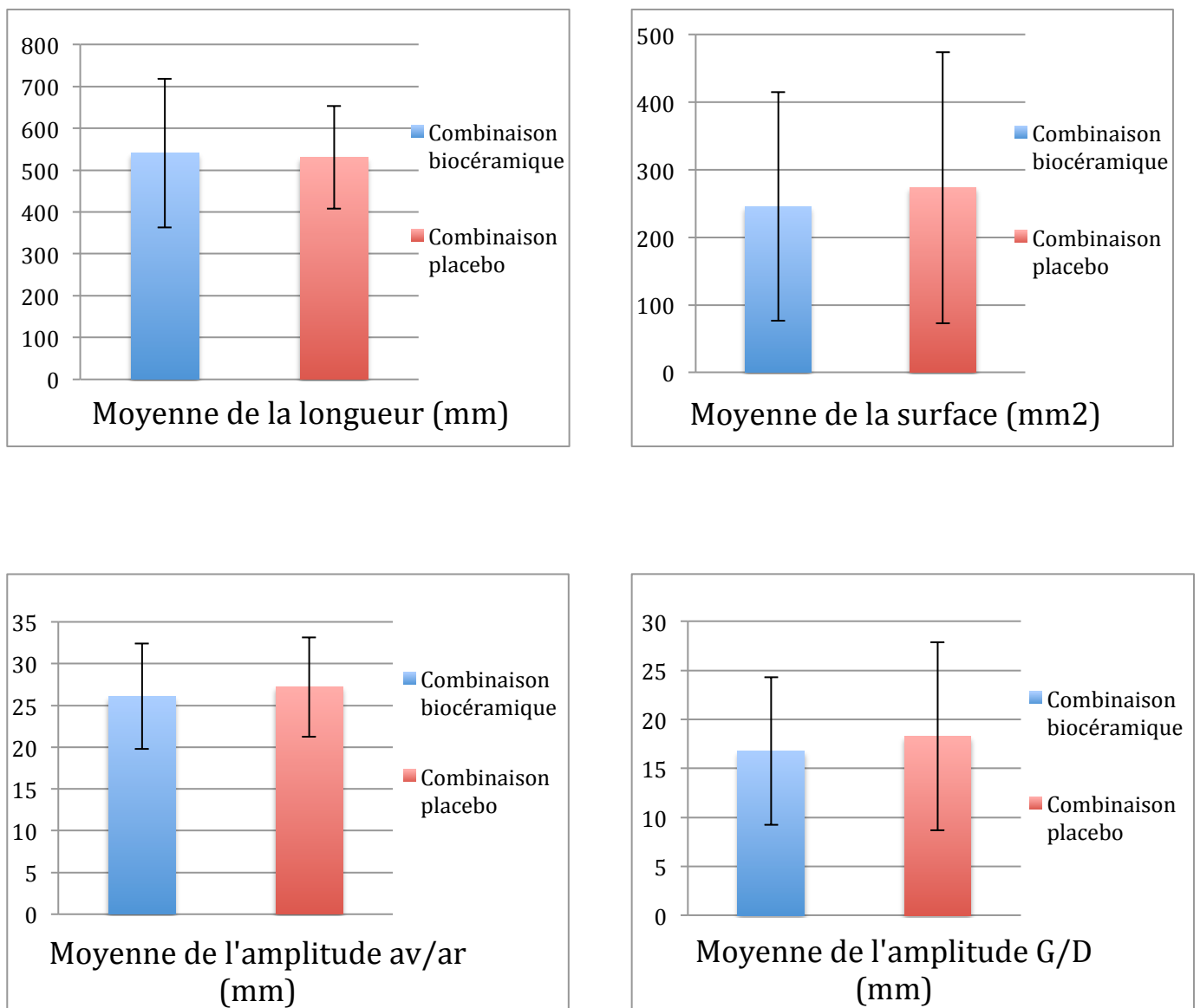


Figure 2 - Moyennes en fonction du type de combinaison portée

Les mesures observées avec la moyenne de la surface en mm² sont statistiquement les meilleures. On obtient ainsi la plus grande différence de résultats entre la combinaison biocéramique et la combinaison placebo, à savoir (246 ± 169 mm²) contre (274 ± 200 mm²). Seulement, la encore ces résultats sont statistiquement non significatif bien que très proche du seuil de significativité, $V=15$, $p>0.05$ (.06), $r=-.38$.

Ci-dessous, un graphique montrant l'efficacité de la combinaison à enduction biocéramique pour chaque participants au niveau de la longueur du trajet du centre de pression.

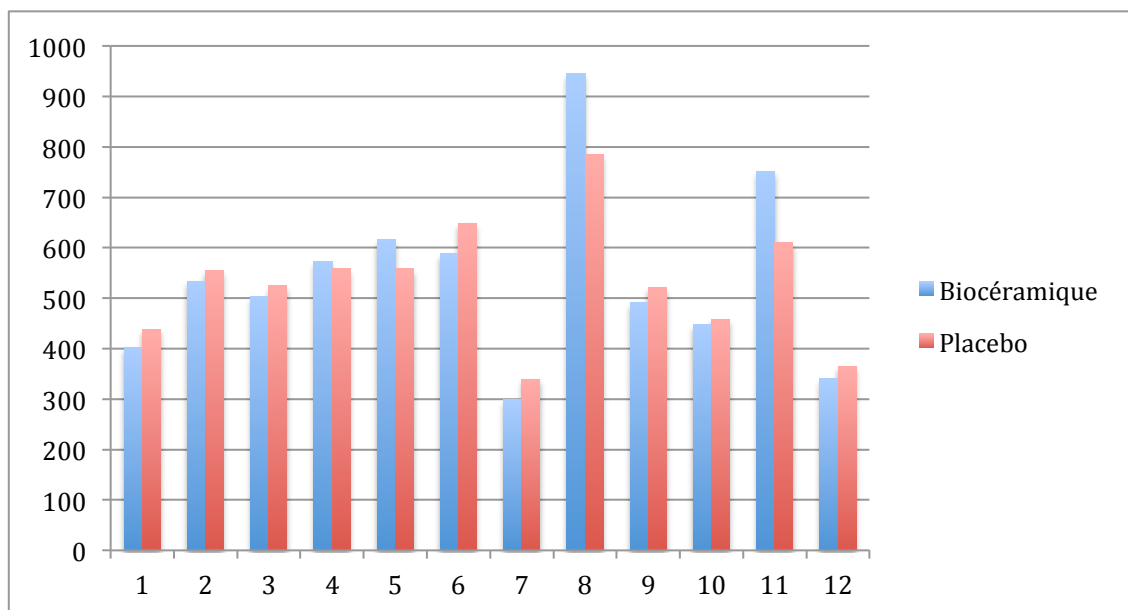


Figure 3 - Valeurs de chaque participant en fonction du type de combinaison et de la mesure de la longueur du centre de pression (CP')

Sur ce graphique, nous pouvons observer que pour huit sujets sur douze, la combinaison à enduction biocéramique apporte un effet bénéfique sur leur équilibre. Ce qui fait que sur l'échantillon testé, le 66,67% a obtenu un effet positif sur la longueur de leur centre de pression avec la combinaison biocéramique par rapport à la combinaison placebo.

Il en va de même pour les résultats qui comparent l'effet de la combinaison biocéramique à celle placebo au niveau de la moyenne de la surface du centre de pression pour tous les participants (Fig. 4). Nous obtenons un résultat de 8/12, soit à

nouveau 66,67 % de l'échantillon avec une valeur plus petite pour la combinaison à enduction biocéramique.

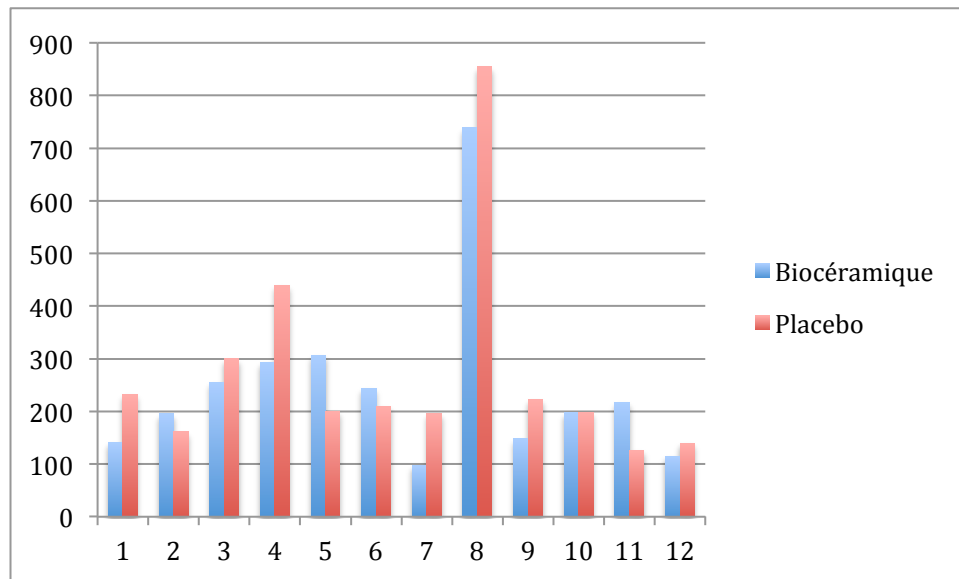


Figure 4 - Valeur de chaque participant en fonction du type de combinaison et de la mesure de la surface du centre de pression (CP)

9 Discussion et conclusion

Le but de cette étude était d'observer s'il existe un effet de l'enduction biocéramique sur la stabilité posturale chez les personnes âgées saines. Malheureusement, le port de vêtements à enduction biocéramique n'a pas permis d'améliorer significativement la stabilité posturale des participants.

En tenant compte des résultats sur la mesure de la longueur du centre de pression des participants, nous avons pu retenir huit participants sur douze chez lesquels une légère amélioration avec la combinaison biocéramique a pu être observée. En comparant les résultats de la combinaison biocéramique avec la combinaison placebo, nous avons observé chez les huit participants une diminution de 31 mm de la longueur du centre de pression en moyenne.

Pour les résultats concernant la surface des déplacements du centre de pression, ce sont également un rapport de huit personnes sur douze qui montrait une amélioration lors du port de la combinaison à enduction biocéramique. Ici, une réduction de 74,94 mm² (en moyenne) de la surface du centre de pression avec la combinaison biocéramique a pu être démontrée toujours en ne tenant compte que des résultats des huit sujets. A noter toute fois, que les huit personnes qui ont obtenu un résultat favorable concernant la combinaison biocéramique au niveau de la mesure de la longueur du centre de pression ne sont pas exactement les même que celles lors de la mesure de la surface du centre de pression. Cela prouve encore une fois que cette expérience ne permet pas d'affirmer l'effet de l'enduction biocéramique. Ces derniers résultats, bien que statistiquement non significatifs, font parti des plus probants de l'expérience.

L'obtention de résultats allant contre l'hypothèse opérationnelle peut peut-être s'expliquer par l'existence d'une grande variabilité entre les participants. Travailler avec des personnes âgées augmente également les risques d'avoir un échantillon hétérogène concernant leurs aptitudes physiques, même si aucune n'était pré-requise, mis à par celle de pouvoir supporter nos critère d'évaluation, soit les 10 essais de 40s en position bipodale stable. Cette constatation nous a valu le retrait de deux participants chez lesquels on observait des résultats surdimensionnés.

Une autre critique de l'expérience est la durée des essais. Etant donné que nous n'avons pas pu observer de différence significative quelle qu'elle soit, à savoir en faveur de la combinaison biocéramique ou non, il aurait été peut être plus avantageux de tester les sujets sur des essais d'une plus longue durée. De cette manière, des résultats avec une différence visible entre les deux types de combinaison auraient pu peut-être être obtenus.

En comparant notre étude avec celle réalisée par Viviana Gianocca en 2013 sur l'influence de l'enduction biocéramique sur des participants effectuant un appui tendu renversé et qui a observé des résultats positifs, nous a permis de comprendre que la tâche à exécuter était sans doute trop simple. En choisissant une tâche plus complexe, il nous aurait éventuellement été permis d'observer des résultats plus contrastants et ainsi de pouvoir plus clairement observer ceux en faveur de la biocéramique. Seulement, faut-il encore trouver une tâche, autre que la position bipodale, réalisable pour les personnes âgées. Nous avons essayé de tester les participants également sur la position

debout mais avec un pied devant l'autre durant 5 secondes. Cette tâche n'a toute fois pas pu être retenue, dans le sens ou peu, voire aucun des participants ne pouvaient tenir cette position.

En 2013, une étude réalisée par Constantin sur l'effet des vêtements biocéramique sur le contrôle postural n'a cette fois pas pu montrer de bon résultats. La raison principale pour laquelle ces derniers ne sont pas favorables résiderait dans le modèle de combinaison. En effet, les combinaisons utilisées pour cette expérience étaient de type large contrairement aux autres études. Nous pouvons alors nous interroger sur le rôle de la surface du corps recouverte par le vêtement ainsi que son adhérence.

L'étude menée ici n'a malheureusement pas pu montrer qu'il existe un effet de l'enduction biocéramique sur le contrôle posturale chez les personnes âgées dans des conditions stables. Trop de résultats différents entre les études préexistantes ont été observés pour permettre d'affirmer que la technologie du biocéramique semble encore digne d'intérêt et mérite d'être encore étudiée. Finalement, ces résultats n'ont pas d'application pour de nouvelles approches au niveau de l'amélioration de la stabilité.

10 Bibliographie

Barker, L. (2011). *Sensory Processing*

Bazert, C. (2008). Choix des paramètres stabilométriques. In *Influence de l'avancement de la mandibule sur la posture générale. Etude stabilométrique et compléments électromyographiques* Thèse de doctorat en sciences physiques et de l'ingénieur spécialité mécanique. Université de Bordeaux 1, Bordeaux, France

Chang JT1, Morton SC, Rubenstein LZ, Mojica WA, Maglione M, Suttorp MJ, Roth EA, Shekelle PG. (2004) *Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials*. 20;328(7441):680.

Deviterne, D., Gauchard, G. C., Jamet, M., Vançon, G., & Perrin, P. P. (2005). *Added cognitive load through rotary auditory stimulation can improve the quality of postural control in the elderly*. Brain Research Bulletin, 64(6), 487-492.

Fitzpatrick, R., Burke, D., & Gandevia, S., C. (1994). *Task-depend reflex responses and movement illusion evoked by galvanic vestibular stimulation in standing humain*. Journal of Physiology (London), 478, 363-371.

Fitzpatrick RC, Day BL. (2004). *Probing the humain vestibular system with galvanic stimulation*. J Appl Physiol 96:2301-2316.

Hera, P. & Heikkinen, E. (1985). *Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages*. Journal of Gerontology, 40(3):287-295.

Institut de médecine du sport FMSI. (2009). *Evaluation des effets de SOLAR'RES au test d'effort*. Communication non publiée.

Jean-Pierre Roll, Franchise Harlay, Cynthia Quoniam, Laurette Hay. (1995). *Age Effects on Reflex and Postural Responses to Proprio-muscular Inputs Generated by Tendon Vibration*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 50A (3): B155-B165

Juntunen J, Ylikoski J, Ojala M, Matikainen E, Ylikoski M, Vaheri. (1987). *Postural body sway and exposur to high-energy impuls noise*. Lancet 330(8553):261-264.

Kavounoudias A, Roll R. & Roll JP. (1998). *The plantar sol is a dynamometric map for humain balance control*. Neuro Report, vol.9, no 14, p. 3247-3252.

Kavounoudias A, Roll R. & Roll JP. (1999). *Specific whole-body shifts induced by frequency-modulated vibration of humain plantar sole*. Neurosci Lett, vol. 266, p. 181-184.

Kavounoudias A, Roll R. & Roll JP. (2001). *Foot sole and ankle muscles inputs contribute jointly to humain erect posture regulation*. J Physiol, vol.532.3, p. 869-878.

Ko GD, Berbrayer D. (2002). *Effect of ceramic-impregnated "thermoflow" gloves on patients with Raynaud's syndrome: randomized, placebo-controlled study*. Altern Med Rev. 2002;7(4):328.

Lackner JR, Dizio P, Jeka JJ, Horak F, Krebs D, Rabin E. (1999). *Precision contact of the fingertip reduces postural sway of individuals with bilateral vestibular loss*. Exp Brain Res 126:459-466.

Lackner JR, Rabin E, Dizio P. (2001). *Stabilization of posture by precision touch of the index finger with rigid and flexible filaments*. Exp Brain Res 139:454-464.

Lee Dn, Aronson E. *Visual proprioceptive control of standing in human infants*. Perception and Psychophysics. 1974;15:529-532.

Lee DN, Lishman JR. *Visual proprioceptive control of stance*. Journal of Human movement Studies. 1975;18:87-95.

Miller, L.J. & Lane, S.J. (2000). *Toward a consensus in terminology in sensory integration theory and practice: Part 1: Taxonomy of neurophysiological processes*. Sensory Integration: Special Interest Section Quarterly, 23(1).

Nashner, L. M., Black, F. O., & Wall, C. (1982). *Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits*. Journal of Neuroscience, 2, 536 ± 544

Pekka Kannus, Harri Sievänen, Mika Palvanen, Teppo Järvinen, Jari Parkkari. (2005). *Prevention of falls and consequent injuries in elderly people*. The Lancet.

Séverac-Cauquil, A., Faldon, M., Popov, K., Bronstein, A., & Day, B. L. (1998). *Torsional eye-movements induced by galvanic vestibular stimulations in man*. Journal of Physiology (London), 506, 110 P.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2007). *Motor control: translating research into clinical practice*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. Normal Postural Control (chapter 7). 3rd ed., pp. 157-186).

T. K. Leung, C. H. Kuo, C. M. Lee, N. W. Kan, and C. W. Hou. (2013). *Physiological effects of bioceramic material on human, assessment by 'Harvard Step', 'Resting Metabolic Rate' (RMR) and 'Treadmill Running' tests*. Chinese Journal of Physiology, vol. 56, no. 6.

Wolfgang Taube, Christian Leukel, Albert Gollhofer. (2008). *Influence of enhanced visual feedback on postural control and spinal reflex modulation during stance*. Experimental Brain Research. Volume 188, Issue 3, pp 353-361.

Liens

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/news/publikationen.html?publicationID=5379>

<http://www.odlo.com/fr/lunivers-odlo/a-propos-dodlo/histoire.html>

<http://www.amessi.org/Pourquoi-vieillissons-nous>

http://www.memoireonline.com/06/10/3560/m_Effet-de-la-pratique-de-hand-ball-chez-les-jeunes-handballeuses-du-niveau-regional5.html

http://lyonsud.univlyon1.fr/servlet/com.univ.collaboratif.utils.LectureFichiergw?ID_FICHIER=1320402911422

http://fr.wikipedia.org/wiki/Système_vestibulaire

<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/équilibre/30673>

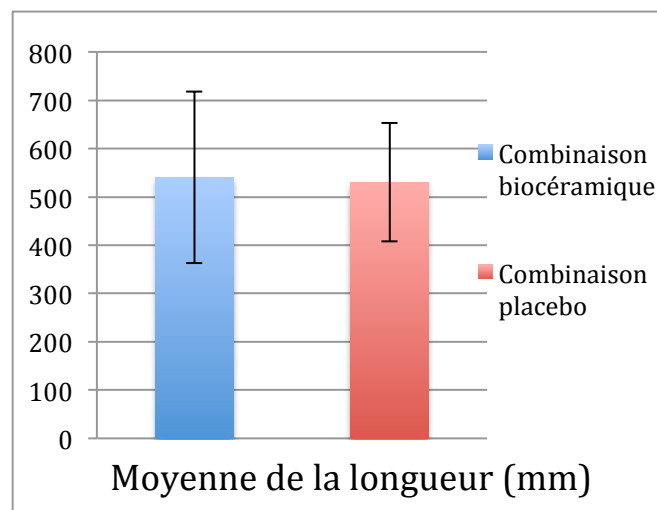
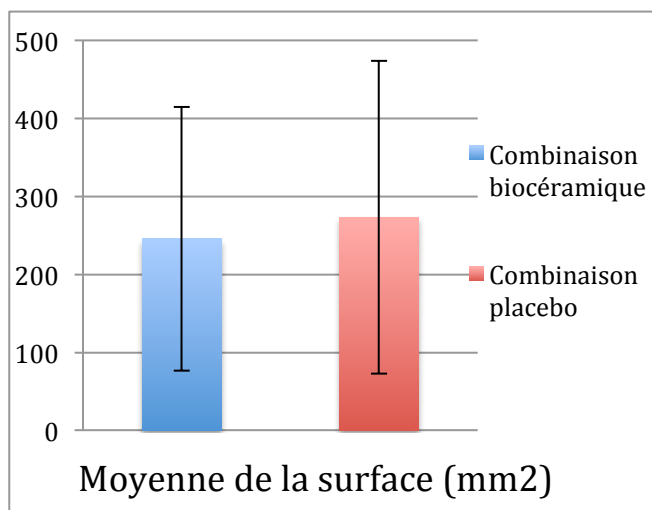
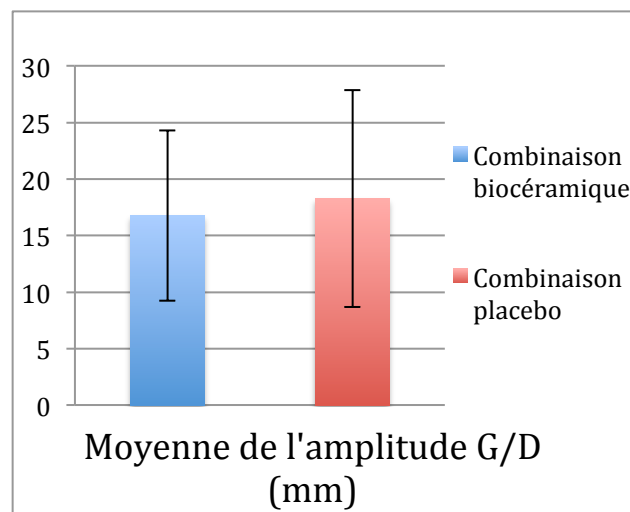
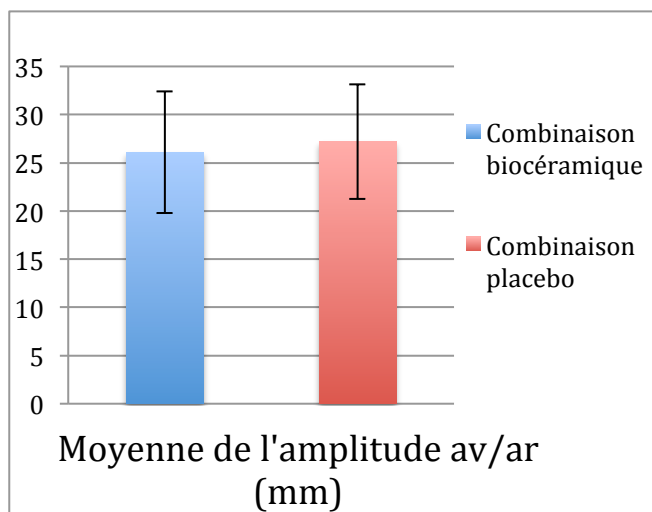
[http://dictionnaire.academie-medecine.fr/?q=vestibulaire%20\(système\)](http://dictionnaire.academie-medecine.fr/?q=vestibulaire%20(système))

http://www.vestibulaire.com/La-manoeuvre-liberatoire-de-Semont-dans-le-VPPB-Semont-liberatory-maneuver-for-BPPV-Reeducation-vestibulaire_a21.htm

Photo

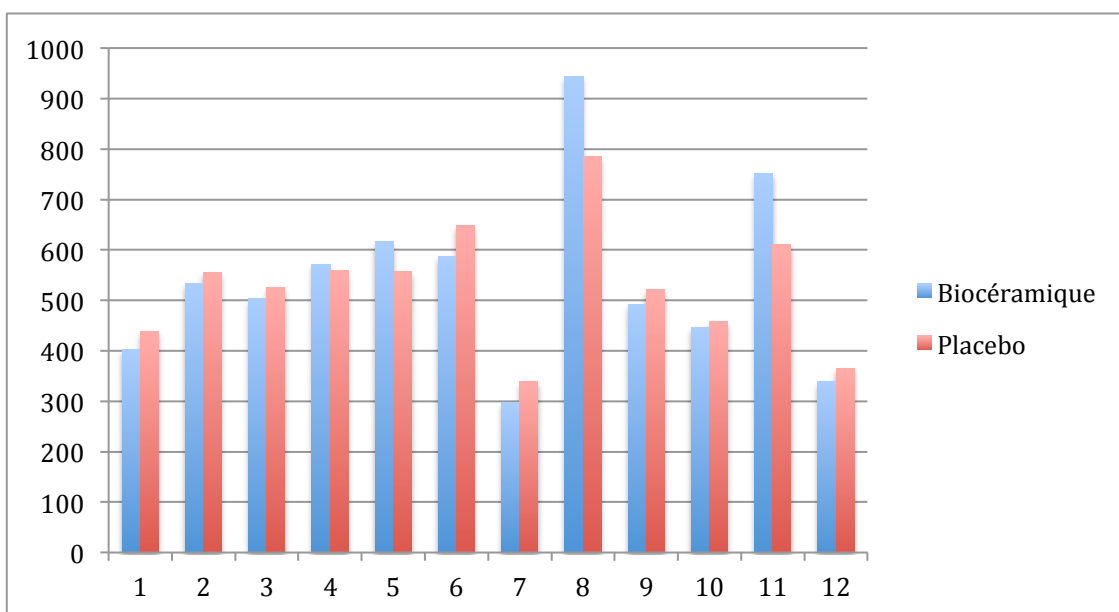
Etudiant vêtu de la combinaison biocéramique/placebo sur plateforme de force. Salle de laboratoire Pérolles 21, Fribourg. Photo de Marcel Lanzilao.

Annexe 1

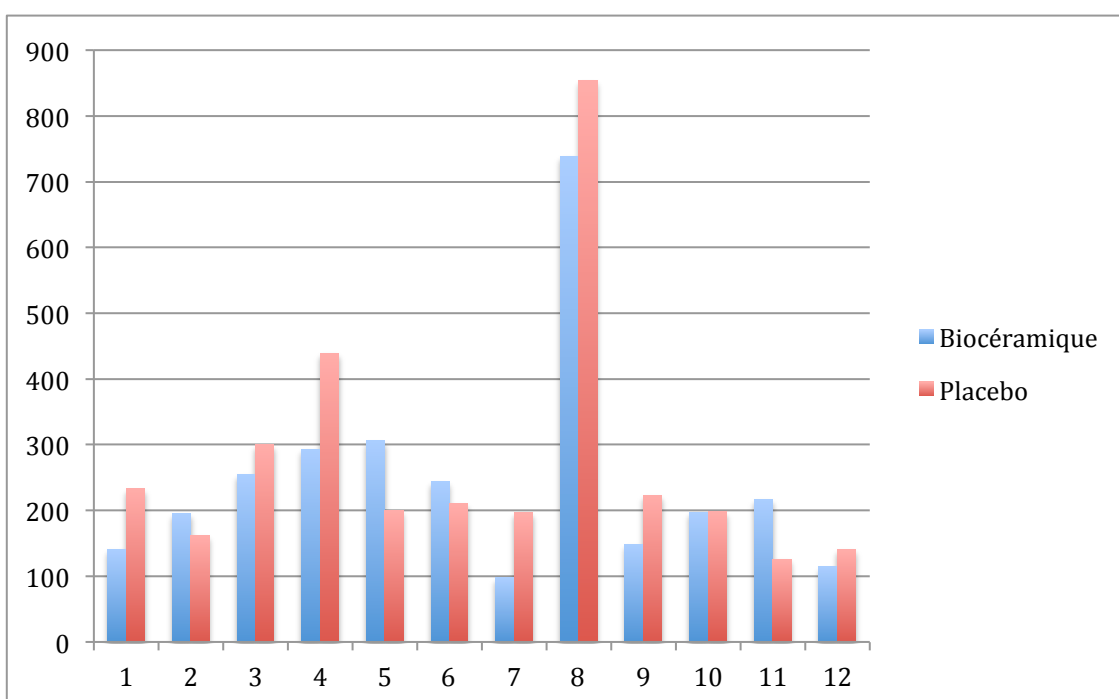


Annexe 1 - Moyennes en fonction du type de combinaison portée : Amplitude av/ar, Amplitude G/D, Longueur, Surface 90.

Annexe 2



Annexe 2- Moyenne individuelle de la longueur.



Annexe 2 - Moyenne individuelle de la surface 90.

Annexe 3

Participants	Année naissance	Jour expérience	Commence avec	Sujet numéro	pied
Participant 1	1934	18.12	A	1	gauche
Participant 2	1939	18.12	B	2	gauche
Participant 3	1941	18.12	A	3	
Participant 4	1948	20.03.14	B	4	
participant 5	1943	26.03.14	A	5	
Participant 6	1948	26.03.14	B	6	
Participant 7	1941	26.03.14	A	7	
Participant 8	1944	27.03.14	B	8	
Participant 9	1930	27.03.14	A	9	
Participant 10	1945	07.05.14	B	10	
Participant 11	1943	07.05.14	A	11	
Participant 12	1947	21.05.14	B	12	
Participant 13	1948	18.06.14	A	13	
Participant 14	1948	18.06.14	B	14	

Annexe 3 - tableau récapitulatif pour l'organisation de l'expérience et information des sujets.

«Je sous-signée certifie avoir réalisé le présent travail de façon autonome, sans aide illicite quelconque. Tout élément emprunté littéralement ou mutatis mutandis à des publications ou à des sources inconnues, à été rendu reconnaissables comme tel.»

*Lieu,
Signature*

date

«Je sous-signée reconnais que le présent travail est une partie constituante de la formation en Sciences du Mouvement et du Sport à l'Université de Fribourg. Je m'engage donc à céder entièrement les droits d'auteur – y compris les droits de publication et autres droits liés à des fins commerciales ou bénévoles – à l'Université de Fribourg.

*La cession à tiers des droits d'auteur par l'Université est soumise à l'accord de la sous-signée
uniquement. Cet accord ne peut faire l'objet d'aucune rétribution financière.»*

Date

Signature